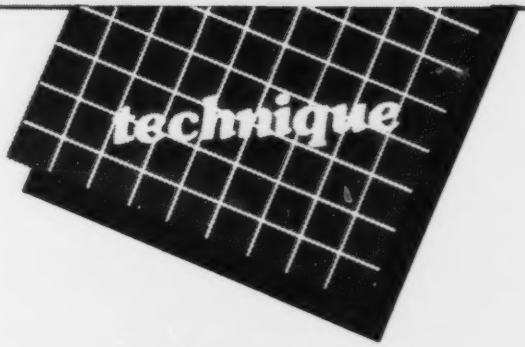

DÉVELOPPEMENT D'UNE TECHNIQUE D'INVENTAIRE AÉRIEN POUR LA POPULATION DE CERFS D'ANTICOSTI

Rapport d'étape

par
François Potvin
Laurier Breton
Pierre Bertrand
Alain Lussier

Novembre 1987

Québec

89-00942/

Direction de la gestion des espèces et des habitats

DÉVELOPPEMENT D'UNE TECHNIQUE D'INVENTAIRE AÉRIEN POUR LA POPULATION DE CERFS D'ANTICOSTI

- Rapport d'étape -

François Potvin,
Laurier Breton,
Pierre Bertrand[1]
et Alain Lussier[1]

[1] Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, région 09.

Direction générale de la ressource faunique
Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche
Québec
Novembre 1987

RÉSUMÉ

Dans le but de mettre au point une technique d'inventaire aérien adaptée à Anticosti, nous avons survolé quatre blocs (environ 300 km^2 chacun) à plusieurs reprises au cours des hivers 1985 et 1986. Ces blocs se caractérisaient par un couvert forestier différent et, vraisemblablement, des densités de cerfs également variables. Certaines données provenant de blocs plus petits inventoriés en 1987 ont aussi été intégrées aux résultats. Trois variables influençaient le nombre de cerfs vus: l'observateur, le bloc d'inventaire et le type d'aéronef (avion ou hélicoptère). La période de l'hiver, les conditions de neige, l'altitude et la vitesse ne sont pas apparues significatives ($P \geq 0,20$). Pour un même observateur, le nombre de cerfs vus a varié d'un survol à l'autre, probablement à cause du comportement des animaux qui les rend plus actifs certaines journées, le coefficient de variation ($SD/\bar{x}$) étant de 0,17 en moyenne entre les répétitions. Le nombre d'animaux observés de l'hélicoptère était très élevé, allant de 7 à 26 cerfs/km^2 selon le bloc. Il diminue en général progressivement à mesure qu'on s'éloigne de la mer, tant du côté nord que du côté sud de l'île. Nous proposons une technique de suivi faisant appel à des virées de 6 km de longueur, survolées avec un hélicoptère Bell 206B équipé de fenêtres bombées.

ABSTRACT

Four blocks (about 300 km^2 each) were surveyed many times during winters 1985 and 1986 in order to develop an aerial survey technique for deer on Anticosti. These blocks were characterized by a different forest cover and, probably, variable deer densities. Some data from smaller blocks flown in 1987 are also presented. Variables that influenced the number of deer seen were the observer, the block surveyed and the type of aircraft (airplane vs. helicopter). Winter period, snow conditions, altitude and speed were not significant ($P \geq 0,20$). The number of deer seen by the same observer varied between surveys, probably as a result of a more active deer behavior on some days; the coefficient of variation ($SD/\bar{x}$) was 0,17 between replications. Densities estimated from helicopter counts were very high, ranging between 7 and 26 deer/km^2 depending on the block. On both the northern and southern side of the island, the number of deer generally decreased with the distance from the sea. We describe a monitoring technique based on 6-km transects flown with a Bell 206B helicopter with bubble windows.

1. INTRODUCTION

L'exploitation des ressources fauniques est la base de l'activité économique de l'île d'Anticosti (Bourret, 1987). En 1986, 7 000 clients ont fourni une fréquentation de 29 900 jours-personnes et dépensé 9,5$ millions. Avec 75% de l'affluence totale, la chasse devance de loin la pêche et la villégiature. Ceci permet le fonctionnement de 5 pourvoiries et d'une société d'état (SEPAQ). L'an passé, la récolte a atteint près de 8000 cerfs (1 cerf/km^2), soit l'objectif initialement fixé dans le plan de développement (Bertrand, 1983). Pour assurer une saine gestion, le Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune (région 09) applique un programme de suivi basé surtout sur l'analyse des données d'exploitation par la chasse (Potvin et Bertrand, 1984; Potvin et al., 1987; Gingras et al., 1987):

- statistiques de récolte;
- effort de chasse;
- nombre de cerfs vus par chasseur;
- âge et taux de lactation des biches.

Ce programme devrait permettre d'ajuster, à moyen terme, le quota de récolte des différents secteurs de l'île.

La nécessité de connaître, au moins de façon relative, la densité du cerf de chaque territoire est primordiale. L'abondance du gibier n'est probablement pas la même partout et, en conséquence, l'objectif de récolte devrait être ajusté selon le territoire. La population de cerfs peut aussi fluctuer selon la rigueur de l'hiver ou l'intensité du prélèvement. C'est pour répondre à des questions aussi fondamentales que nous travaillons depuis 3 ans à mettre au point une technique d'inventaire aérien adaptée à Anticosti. Ce rapport d'étape présente les résultats de 1985 et 1986. Certaines données complémentaires obtenues en 1987 seront aussi intégrées à notre analyse.

2. BUTS

Afin de mettre au point une technique d'inventaire aérien adaptée à Anticosti, le projet visait 3 buts:

- identifier les principaux facteurs influençant le dénombrement aérien des cerfs: observateur, période de l'hiver, type d'aéronef, répétition, conditions de neige, altitude, vitesse, couvert forestier;

- évaluer la dimension optimale de la parcelle d'inventaire;

- mesurer le taux de visibilité des cerfs et développer les facteurs de correction appropriés.

Les travaux liés au taux de visibilité n'ont débuté qu'en 1987 (Potvin, 1987a) et les résultats en ce sens seront présentés ultérieurement.

3. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Quatre blocs de travail ont d'abord été délimités: Galiote (319 km^2), Jupiter (299 km^2), Saumons (375 km^2) et Natiscotec (298 km^2) (figure 1). Chacun se caractérisait par un couvert forestier différent (tableau 1). La forêt était assez ouverte dans les blocs Galiote et Natiscotec, à la suite de l'épidémie d'arpenteuse de 1971-1972. Par contre, le couvert était dominé par des pessières noires assez denses dans les blocs Jupiter et Saumons. Nous anticipions également que l'abondance du cerf pouvait varier d'un bloc à l'autre non seulement à cause de l'habitat mais aussi à la suite de prélèvements par la chasse d'intensité différente. Certaines années, la pression de chasse avait été beaucoup plus forte à Natiscotec qu'ailleurs (Potvin et al., 1987). Dans chaque bloc, 10 à 12 lignes d'inventaires, groupées deux par deux avec un espacement de 500 m par paire de lignes, ont été tracées en direction nord-sud. La longueur totale du parcours par bloc variait de 88 à 139 km.

En 1985, nous avons étudié l'influence de l'observateur, du bloc d'inventaire, de la période de l'hiver et du type d'aéronef sur le nombre de cerfs observés. Les même lignes ont été survolées à trois ou quatre reprises entre décembre et mars, à l'aide d'un avion de type Beaver. Un hélicoptère Bell 206B fut aussi utilisé dans deux blocs concurremment à l'avion, lors du survol de mars.

Seul l'hélicoptère fut retenu en 1986. Nous nous sommes attardés aux effets de l'observateur, aux variations entre les répétitions d'un même inventaire de même qu'à l'influence du couvert forestier et de la proximité de la mer. Nous avons utilisé un Bell 206B équipé de fenêtres bombées à l'arrière et muni du système de navigation Loran C. Pour estimer la variabilité d'un inventaire à l'autre au cours d'une même période, chaque bloc fut alors survolé 5 à 6 fois, en mars.

Certaines données complémentaires ont été obtenues en 1987. Quatre autres blocs de plus faible superficie (9 à 54 km^2) ont été sélectionnés dans ou à

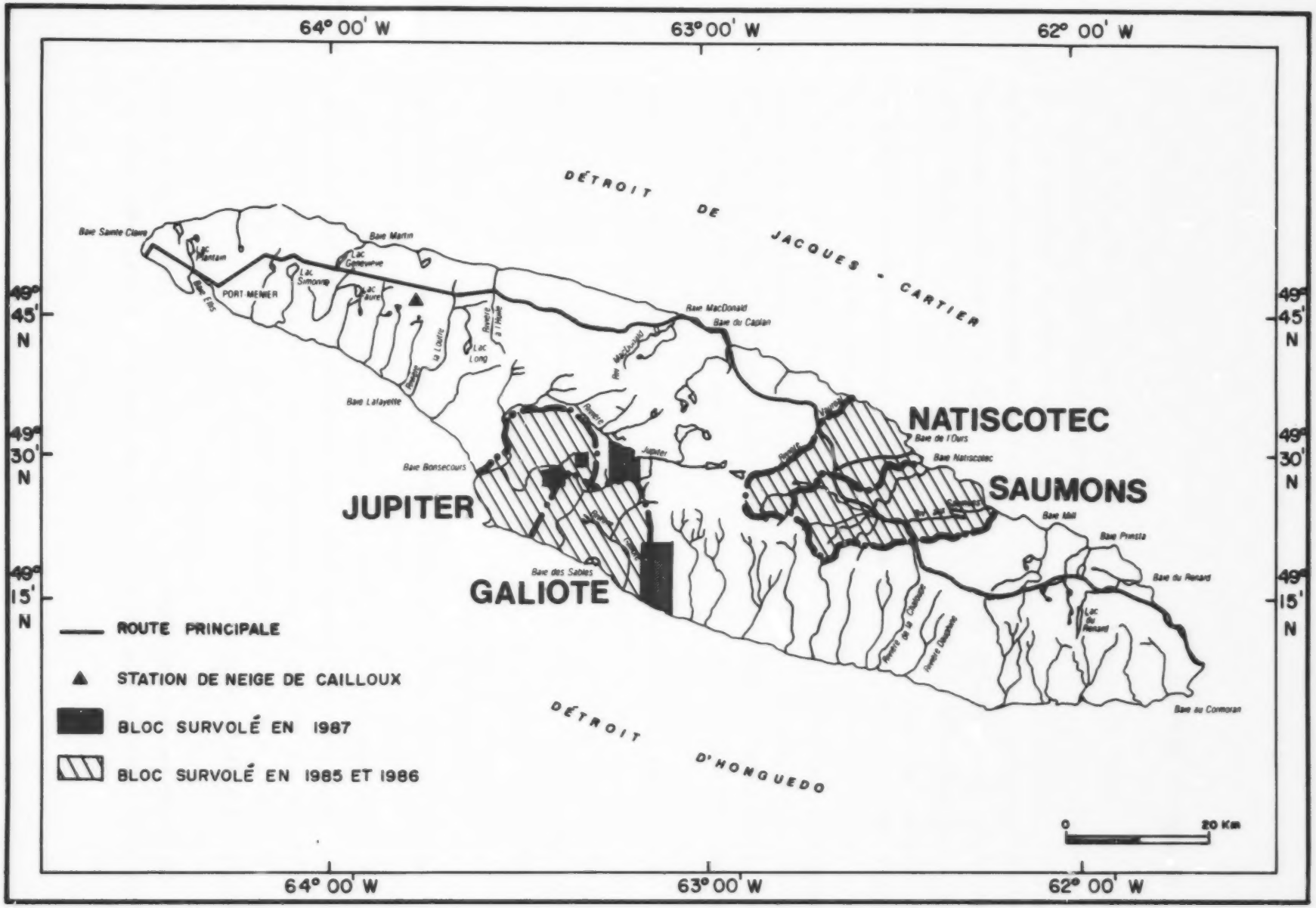

Figure 1. Localisation des blocs survolés de 1985 à 1987.

Tableau 1. Composition forestière des blocs survolés en 1985 et 1986.

Type de couvert	% par bloc			
	Galiote	Jupiter	Saumons	Natiscotec
Forêt mûre	40	60	46	40
Arpenteuse 0-50%	26	9	2	10
Arpenteuse 51-100%	13	0	1	43
Tourbière et peuplements marginaux	21	31	51	7

proximité des secteurs Galiote et Jupiter. Des lignes parallèles espacées de 500 m ont été survolées selon le même protocole qu'en 1986.

L'équipe d'inventaire se composait d'un navigateur, à l'avant de l'aéronef, et de deux observateurs, à l'arrière. Chaque observateur dénombrait les cerfs aperçus dans une bande allant du centre de l'aéronef jusqu'à un angle de visée maximal, déterminé après expérimentation en milieu boisé (figure 2). Autant que possible, la bande observée demeurait constante, même en terrain plus ouvert. Les angles d'observation furent mesurés à l'aide du clinomètre. Le navigateur indiquait sur carte 1: 50 000 la position des cerfs aperçus par chaque observateur séparément. Il notait aussi de façon régulière la lecture de l'altimètre, pour calculer ultérieurement l'altitude réelle par rapport au sol, à l'aide des courbes de niveau de la carte. Le temps de vol de chaque ligne fut aussi mesuré afin d'établir la vitesse de survol. Quatre observateurs différents se sont relayés au cours du premier hiver. En 1986 et 1987, les deux mêmes personnes ont réalisé l'ensemble de l'inventaire.

Pour analyser l'effet du couvert forestier et de la proximité de la mer sur le nombre de cerfs observés, nous avons découpé les paires de lignes de vol en segments de 1 km, en utilisant la grille mercator des cartes 1:50 000. Nous avons ensuite calculé pour chaque segment le nombre moyen de cerfs vus par survol en 1986, en regroupant les résultats des deux observateurs. Pour identifier le type de couvert, nous avons utilisé des cartes forestières synthèses (J. Beaupré, ing. f., comm. pers.). Il s'agit de cartes 1:20 000 en couleur où les strates forestières sont regroupées en grandes classes et qui sont ensuite réduites à l'échelle du 1: 125 000 par procédé photographique. Pour chaque segment, nous avons codifié l'habitat selon le type de couvert dominant:

1 forêt résineuse mûre
2 épidémie d'arpenteuse, 0-50% de mortalité
3 épidémie d'arpenteuse, 51-100% de mortalité
4 tourbière et peuplements marginaux.

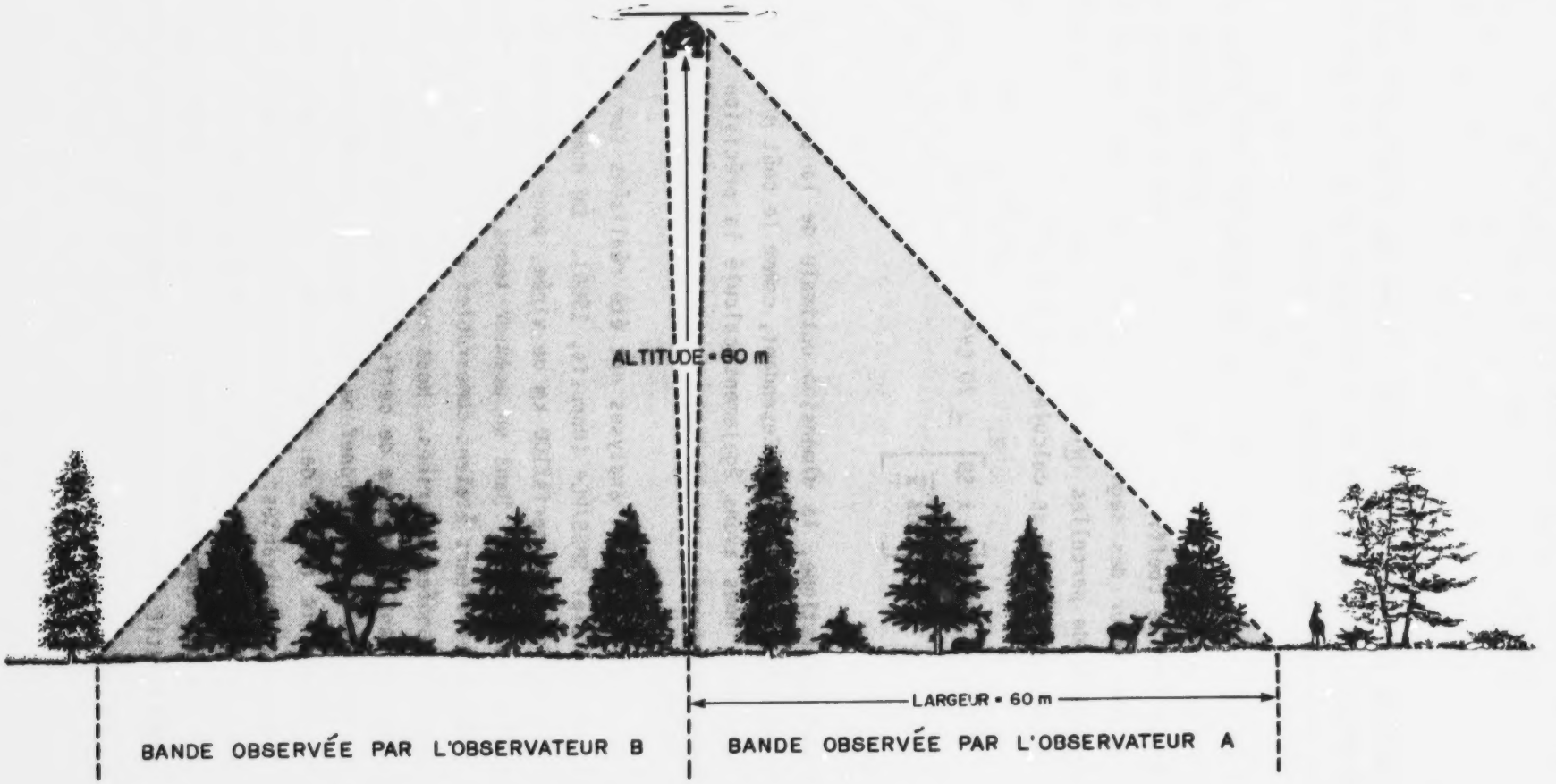

Figure 2. Schéma illustrant la bande observée au sol en 1987 en fonction de l'altitude et des angles de visée.

Nous avons également calculé la distance à la mer de chaque unité (± 1 km). Ces deux variables (type de couvert et proximité de la mer) ont été mises en relation avec le nombre moyen de cerfs vus par segment.

Pour déterminer la longueur optimale de la parcelle, nous avons découpé l'ensemble de nos lignes d'inventaire en segments d'égale longueur. Nous avons ensuite calculé le coefficient de variation du nombre de cerfs vus par observateur en 1986 pour des segments allant de 1 à 10 km. Selon Cochran (1963:76), le nombre de parcelles ($\underline{N}$) nécessaires pour obtenir une précision de ± 20%, à 90% de probabilité se calcule comme suit:

$$\underline{N} = \left[\frac{t \times SD}{20\% \, \underline{\bar{x}}}\right]^2 \simeq 70 \, CV^2$$

Au point de vue statistique, la dimension optimale de la parcelle est donc celle qui minimise le rapport $SD/\underline{\bar{x}}$. Cependant, comme le coût d'exécution doit aussi être considéré, nous avons également calculé la précision nette relative, qui permet d'intégrer cette variable (Cochran, 1963: 237).

Toutes les compilations et analyses ont été réalisées sur micro-ordinateur à l'aide du logiciel SPSS/PC+ (Norusis, 1986). Le nombre de cerfs vus par bloc a été transformé en cerfs/100 km de virée, pour permettre la comparaison entre diverses unités. Dans un premier temps, nous avons vérifié si les résultats des observateurs étaient comparables entre eux, à l'aide du test de Wilcoxon pour des données appariées. Nous avons ensuite appliqué l'analyse de variance, en utilisant le nombre de cerfs/100 km comme variable dépendante et le bloc, le mois, le type d'aéronef ou le numéro de survol comme variables indépendantes. Quand le nombre de réplications le permettait, nous avons ajouté les covariables suivantes: enfoncement du cerf, altitude moyenne et vitesse moyenne. L'analyse de variance a aussi été utilisée pour comparer le nombre de cerfs vus par segment de 1 km selon le type de couvert; dans le cas de résultat significatif, le test multiple d'étendue de Scheffé a permis de

comparer les types de couvert 2 à 2. Enfin, nous avons fait appel à la corrélation pour vérifier si la proximité de la mer influençait le nombre de cerfs observés.

4. RÉSULTATS

4.1 Facteurs influençant le dénombrement aérien des cerfs

4.1.1 Observateur

Le nombre de cerfs vus/100 km a varié selon l'observateur pour l'ensemble des années (tableaux 2 à 5). Les écarts les plus prononcés sont apparus en 1985 et vont du simple au double pour une même période, tant en avion qu'en hélicoptère. La variation entre les deux observateurs en 1986 et 1987 est beaucoup moins prononcée (11% en moyenne). Toutes les analyses subséquentes ont donc été réalisées séparément pour chaque observateur.

4.1.2 Bloc

Pour un même observateur, le nombre de cerfs vus a généralement varié selon le bloc (tableaux 2 à 5). Environ deux fois plus de cerfs furent observés dans Galiote que dans Jupiter, alors que les valeurs pour Saumons et Natiscotec étaient quant à elles bien inférieures.

4.1.3 Période

En 1985, la période de l'hiver n'a pas influencé le nombre de cerfs vus de l'avion ($P > 0,33$) (tableau 2). Dès décembre, les animaux étaient déjà sous couvert résineux, ce qui les rendait aussi difficiles à observer qu'au milieu de l'hiver. En mars, ils ont gardé le même comportement, en l'absence de conditions de neige durcie qui auraient pu les rendre plus mobiles et plus visibles.

4.1.4 Aéronef

Selon l'observateur, l'hélicoptère a permis de voir deux à quatre fois plus de cerfs que l'avion ($P=0,03$) (tableau 3). Le nombre d'animaux comptés passe de 63 à 150 cerfs/100 km dans le bloc Galiote pour l'observateur le plus

habile. En 1986, l'utilisation de fenêtres bombées a fait augmenter cette valeur à plus de 280 cerfs/100 km pour ce même observateur (tableau 4). Pour le bloc Jupiter, le nombre de cerfs vus ne diffère cependant pas entre les deux années (128 cerfs/100 km en 1985 contre 136 en 1986).

4.1.5 Survol

Dans les cas extrêmes, le nombre de cerfs vus par bloc peut varier presque du simple au double d'un survol à l'autre pour un même observateur (tableaux 4 et 5). Le coefficient de variation ($CV=SD/\bar{x}$) par bloc, qui reflète cette variabilité, est en moyenne de 0,17, avec des écarts de 0,04 à 0,27. L'analyse de variance confirme pour sa part une différence faiblement significative selon le survol pour un des observateurs en 1987 ($P=0,08$), mais est moins explicite pour 1986 ($P=0,20$ à 0,24, selon l'observateur).

4.1.6 Conditions de neige, altitude et vitesse

Telles que mesurées à la station de Cailloux (Breton, 1987) (figure 1), les conditions d'enneigement pour le cerf étaient plus propices en 1985, avec en moyenne 18 cm d'enfoncement, comparativement à plus de 50 cm pour les deux hivers suivants (tableau 6). Cette covariable n'a pas influencé le nombre de cerfs vus de l'avion de décembre à mars de la première année ($P=0,34$).

Les survols en avion furent réalisés à une altitude moyenne de 102 m et une vitesse de 157 km/h (tableau 6). Pour l'hélicoptère, les valeurs respectives variaient de 59 à 75 m pour l'altitude et de 58 à 101 km/h pour la vitesse, selon l'année. Seule l'altitude semble avoir faiblement influencé le nombre d'observations à partir de l'avion ($P=0,20$), alors qu'aucune de ces deux variables n'a pu être reliée aux résultats de l'hélicoptère.

4.1.7 Couvert forestier et proximité de la mer

Le nombre de cerfs vus lors de l'inventaire de 1986 est influencé par le type de couvert (tableau 7). Du côté sud de l'île (blocs Galiote et Jupiter),

Tableau 2. Nombre de cerfs vus de l'avion par bloc en 1985, selon le mois et l'observateur.

Bloc	Mois	Cerfs /100 km par observateur			
		1	2	3	4
Galiote	Décembre	44	123	-	-
	Janvier	79	-	150	-
	Février	33	-	-	30
	Mars	36	63	-	-
	$\bar{x} \pm SD$	48±21	93±42	150	30
Jupiter	Décembre	41	48	-	-
	Janvier	26	-	58	-
	Février	12	-	-	16
	Mars	33	32	-	-
	$\bar{x} \pm SD$	28±12	40±11	58	16
Saumons	Janvier	4	-	-	-
	Février	14	-	27	-
	Mars	6	16	-	9
	$\bar{x} \pm SD$	8±5	16	27	9
Natiscotec	Janvier	15	-	-	-
	Février	10	-	32	-
	Mars	6	33	-	15
	$\bar{x} \pm SD$	10 ± 5	33	32	15

Test	Variable	Observateur(s)	P
Wilcoxon	Observateur	1 X 2	0,02
		1 X 3	0,07
		1 X 4	0,86
Anova	Bloc	1	0,04
		2	0,44
	Mois	1	0,55
		2	0,33

Tableau 3. Nombre de cerfs vus de l'avion et de l'hélicoptère par bloc en mars 1985, selon l'observateur.

Bloc	Aéronef	Cerfs /100 km par observateur		
		1	2	Total
Galiote	Avion	36	63	99
	Hélicoptère	87	150	237
Jupiter	Avion	33	32	65
	Hélicoptère	80	128	208

Test	Variable	Observateur	P
Anova	Bloc	1	0,24
		2	0,11
	Aéronef	1	0,03
		2	0,03

Tableau 4. Nombre de cerfs vus par bloc en 1986, selon le survol et l'observateur.

Bloc	Survol	Cerfs /100 km par observateur	
		1	2
Galiote	1	275	291
	2	343	343
	3	224	234
	4	210	258
	5	179	287
	$\bar{x} \pm$ SD	246±64	283±41
Jupiter	1	144	137
	2	170	148
	3	100	117
	4	170	155
	5	116	150
	6	89	110
	$\bar{x} \pm$ SD	132±35	136±19
Saumons	1	70	86
	2	58	57
	3	72	65
	4	85	72
	5	57	58
	$\bar{x} \pm$ SD	68±12	68±12
Natiscotec	1	72	65
	2	52	49
	3	53	40
	4	43	66
	5	48	66
	$\bar{x} \pm$ SD	54±11	57±12

Test	Variable	Observateur(s)	P
Wilcoxon	Observateur	1 X 2	0,11
Anova	Bloc	1	0,00
		2	0,00
	Survol	1	0,20
		2	0,24

Tableau 5. Nombre de cerfs vus par bloc en 1987, selon le survol et l'observateur.

Bloc	Survol	Cerfs /100 km par observateur	
		1	2
1	1	42	51
	2	46	49
	3	46	45
	4	45	69
	$\bar{x} \pm$ SD	45±2	54±11
2	1	90	113
	2	121	112
	3	120	110
	4	90	102
	$\bar{x} \pm$ SD	105±18	109±5
3	1	73	118
	2	95	104
	3	104	177
	4	95	118
	$\bar{x} \pm$ SD	92±13	129±33
4	1	106	143
	2	118	133
	3	165	160
	4	153	121
	$\bar{x} \pm$ SD	136±28	139±17

Test	Variable	Observateur(s)	P
Wilcoxon	Observateur	1 X 2	0,04
Anova	Bloc	1	0,01
		2	0,05
	Survol	1	0,08
		2	0,34

Tableau 6. Conditions générales de l'inventaire en 1985, 1986 et 1987.

Année		$\bar{x}$ (min. - max.)		
		Enfoncement (cm)	Altitude (m)	Vitesse (km/h)
1985	Avion	18 (7-31)	102 (75-125)	157 (149-165)
	Hélicoptère	15	59 (58-60)	101
1986		55	75 (49-124)	87 (80-94)
1987		56	60 (45-82)	58 (41-76)

Test	Covariable	Observateur	P
Anova	Enfoncement 1985 (avion)	1	0,34
	Altitude 1985 (avion)	1	0,20
	1986	1	0,36
		2	0,38
	1987	1	0,81
		2	0,84
	Vitesse 1985 (avion)	1	0,42
	1986	1	0,99
		2	0,90
	1987	1	0,96
		2	0,66

Tableau 7. Nombre de cerfs vus en 1986, selon le type de couvert.

Type de couvert	Cerfs/100 km (N)	
	Galiote-Jupiter	Saumons-Natiscotec
Forêt mûre	169 A[a] (62)	79 D (48)
Arpenteuse 0-50%	282 B (23)	80 D,E (5)
Arpenteuse 51-100%	294 B,C (9)	47 E (19)
Tourbière et peuplements marginaux	184 A,C (33)	44 E (37)

[a] Les paires de données identifiées par une même lettre ne diffèrent pas statistiquement entre elles, selon le test multiple d'étendue de Scheffé ($P > 0,10$).

Test	Variable	P
Anova	Bloc	0,00
	Type de couvert	0,00
	Bloc × Type de couvert	0,00

plus de cerfs ont été vus dans les endroits affectés par l'arpenteuse qu'en forêt mûre. Du côté nord par contre (blocs Saumons et Natiscotec), il y avait davantage de cerfs dans la forêt mûre que dans les endroits où l'arpenteuse a causé plus de 50% de mortalité. La tourbière et les peuplements marginaux paraissent moins fréquentés, aux deux endroits.

La proximité de la mer joue aussi un rôle, à en juger par le coefficient de corrélation significatif (P = 0,00 à 0,09) entre le nombre de cerfs vus et la distance (tableau 8). Le signe négatif de la relation indique que le nombre de cerfs tend à diminuer à mesure qu'on s'éloigne de la mer. Seule la forêt mûre du côté sud de l'île échappe à cette règle ($\underline{P}$=0,42).

4.2 Dimension optimale de la parcelle

En avion, l'angle d'observation s'étendait en moyenne entre 25° et 57° par rapport à la verticale. À une altitude de 100 m, la bande couverte a donc une largeur de 112,5 m. L'utilisation de fenêtres bombées pour l'hélicoptère permet d'observer les animaux situés directement sous l'appareil. Dans ce cas, l'angle couvre entre 0 et 45° par rapport à la verticale. À une altitude identique à l'avion, la bande observée (100 m) serait donc pratiquement la même. À une altitude plus basse, celle-ci est réduite d'autant. En 1987, elle était en moyenne de 60 m.

Quel que soit le bloc, le coefficient de variation du nombre de cerfs vus diminue progressivement quand on augmente la longueur de la parcelle, pour ensuite pratiquement plafonner entre 0,4 et 0,6 à partir de 6 km de longueur environ (figure 3). Le gain additionnel de précision étant minime passé 6 km, il n'y aurait pas d'avantage à exécuter des parcelles plus longues car elles requièrent un temps d'exécution plus élevé même si elles demandent un nombre d'échantillons légèrement moindre.

Par contre, il pourrait être avantageux de choisir des parcelles plus petites, même si on doit en inventorier davantage pour une même précision, à la condition qu'elles demandent un temps total de réalisation proportionnellement moins élevé. Pour vérifier cet aspect, nous avons calculé la précision

nette relative des différentes parcelles (figure 3), en intégrant un coût moyen d'exécution selon la dimension (tableau 9). Selon ce critère, des parcelles de petite dimension ne sont pas avantageuses. C'est entre 5 et 10 km de longueur que la précision nette relative atteint un maximum. Dans le cas du bloc Galiote, l'optimum se situe entre 5 et 6 km, après quoi la précision nette relative diminue. Dans les 3 autres blocs, des parcelles allant jusqu'à 10 km semblent aussi avantageuses, car il faut en exécuter un peu moins, malgré un coût unitaire supérieur.

Selon le bloc, il faudrait entre 14 et 28 parcelles de 6 km pour estimer le nombre de cerfs vus avec le niveau de précision usuel ($\pm$ 20%). La taille de l'échantillon serait ramenée entre 11 et 20 pour des unités de 10 km.

4.3 Densités de cerfs

Nous avons calculé des densités de cerfs pour les inventaires de 1986 et 1987 à partir du nombre de cerfs vus /100 km (moyenne des 2 observateurs), de l'altitude moyenne et de la largeur de la bande observée (tableau 10). La densité varie de 7 à 26 cerfs/km^2, selon le bloc. Les plus fortes valeurs proviennent du secteur Galiote et les plus faibles des secteurs Natiscotec et Saumons, de même que de la tête de la rivière Jupiter (bloc 1). Il faut noter qu'il s'agit de densités non corrigées pour les animaux non observés, à cause entre autre de la fermeture du couvert forestier.

Tableau 8. Relation entre le nombre de cerfs vus par segment de 1 km en 1986 et la proximité de la mer, selon le type de couvert.

Type de couvert	Coefficient de corrélation (N; P)	
	Galiote-Jupiter	Saumons-Natiscotec
Forêt mûre	- 0,025 (62; 0,423)	- 0,300 (48; 0,021)
Arpenteuse 0-50%	- 0,539 (23; 0,004)	---[a]
Arpenteuse 51-100%	- 0,783 (9; 0,006)	- 0,389 (19; 0,050)
Tourbière et peuplements marginaux	- 0,457 (33; 0,004)	- 0,228 (37; 0,088)

[a] Nombre d'échantillons insuffisant (N=5).

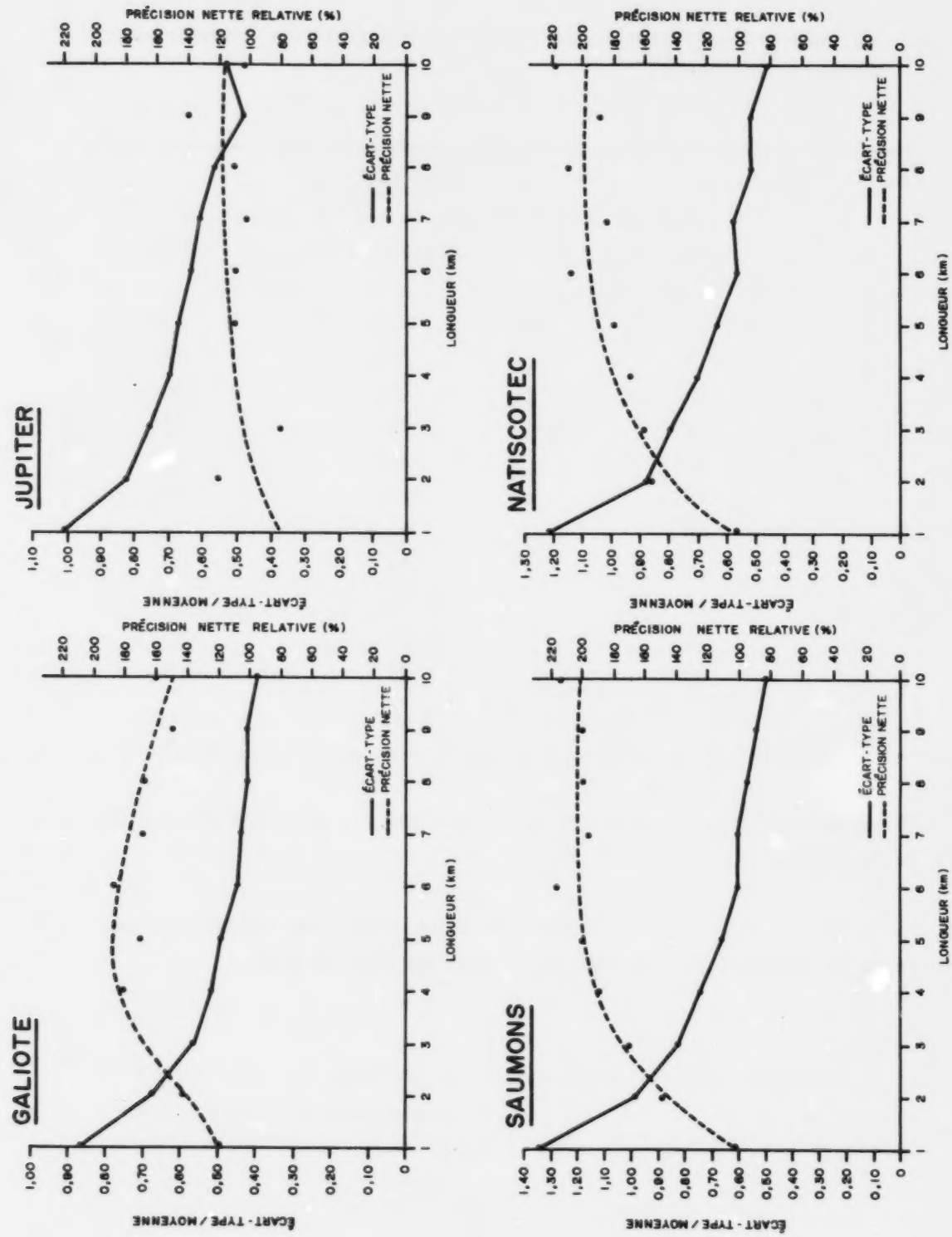

Figure 3. Relation entre le coefficient de variation (SD/$\bar{X}$) du nombre de cerfs vus et la longueur de la parcelle d'inventaire, selon le bloc.

Tableau 9. Coût moyen d'exécution de parcelles de 1 à 10 km de longueur pour dénombrer les cerfs.

Longueur (km)	Coût ($)		
	Survol [a]	Déplacement [b]	Total
1	8	24	32
2	16	24	40
3	24	24	48
4	32	24	56
5	40	24	64
6	48	24	72
7	56	24	80
8	64	24	88
9	72	24	96
10	80	24	104

[a] Calculé selon une vitesse de survol de 60 km/h dans la parcelle et un coût horaire de 480$.

[b] Calculé selon un espacement constant de 6 km entre les parcelles, une vitesse de déplacement de 120 km/h et un coût horaire de 480$.

Tableau 10. Calcul du nombre de cerfs vus/km^2 par bloc, en 1986 et 1987.

Bloc	Année	Cerfs vus/100 km A[a]	Altitude moyenne (m) B	Cerfs vus/km^2 C[b]
Galiote	1986	265	90	24
Jupiter	1986	134	75	14
Saumons	1986	68	70	8
Natiscotec	1986	56	63	7
Bloc 1	1987	50	67	7
Bloc 2	1987	107	53	20
Bloc 3	1987	111	65	17
Bloc 4	1987	138	54	26
Pointe de l'Est	1987	60	48	12(24)[c]

[a] Moyenne des 2 observateurs pour l'ensemble des survols.

[b] Calculé en fonction de la bande observée en 1986 (74,5 m) et en 1987 (60 m), à 60 m d'altitude:

$$1986 \quad C = \frac{A}{7{,}45 \text{ km}^2} \times \frac{60}{B}$$

$$1987 \quad C = \frac{A}{6 \text{ km}^2} \times \frac{60}{B}$$

[c] En excluant les superficies en tourbière (50% du territoire), où le cerf était virtuellement absent.

5. DISCUSSION

5.1 Aspects techniques

Contrairement à la croyance populaire, tous les animaux présents ne sont pas comptés lors d'inventaires aériens. Outre le couvert forestier, les principaux biais proviennent de l'observateur, de la largeur de la bande observée, de la vitesse et de l'altitude (Caughley, 1974; Caughley et al., 1976). Comparés entre autres aux orignaux (Alces alces), les cerfs sont difficiles d'observation: ils sont petits, souvent immobiles (particulièrement de l'avion) et généralement dissimulés sous couvert résineux. En outre, les fortes densités rencontrées à Anticosti ajoutent aux difficultés, en demandant une grande attention visuelle. Ils n'était pas rare en effet pour une même observateur de dénombrer plus de 100 cerfs par heure d'inventaire. Les résultats des trois années indiquent nettement que tous les observateurs ne sont pas égaux. Avec des personnes entraînées et possédant de très bonnes aptitudes, les écarts observés en 1986 et 1987 (11% en moyenne), même s'ils sont statistiquement significatifs, demeurent tout à fait acceptables dans l'optique d'un inventaire de suivi. Dans ce cas, l'ordre de grandeur des différences de densité que nous voulons mesurer entre territoires, ou entre les années, est de 20% et même bien davantage. Un programme d'entraînement (Dirschl et al., 1981) permettrait de réduire à son minimum le biais imputable à l'observateur.

L'utilisation de l'hélicoptère facilite de beaucoup l'observation. Avec des fenêtres bombées, l'angle de vision est meilleur, particulièrement sous l'appareil. La vitesse et l'altitude sont fortement réduites, par rapport à l'avion, ce qui diminue la fatigue visuelle. En outre, les cerfs, peu mobiles lorsque l'altitude est de 100 m, le deviennent davantage à 60m à cause du bruit, ce qui rend leur localisation plus facile.

À l'intérieur des limites utilisées, l'altitude et la vitesse n'ont pas influencé les résultats obtenus. Un résultat identique pour l'altitude a été documenté pour l'orignal (Crête et al., 1986). Nous n'avons pas expérimenté

différentes largeurs de bandes d'observation, mais il est raisonnable de penser qu'une plus faible proportion des cerfs peut être aperçue quand la bande est plus large (Beasom et al., 1981). À l'usage, un angle d'observation maximal de 45%, par rapport à la verticale, s'est rapidement avéré une limite acceptable en milieu boisé. En milieu ouvert, il y a un risque certain que l'observateur compte des animaux situés à l'extérieur de la bande, mais il est possible de conserver un protocole rigide avec un entraînement approprié. On peut également fixer un repère à l'extérieur de chaque côté de l'hélicoptère, pour délimiter l'angle de visée maximal.

Ceci nous amène à discuter les deux approches possibles pour réaliser l'inventaire aérien du cerf. Au Colorado, on utilise des petites parcelles (0,65 à 1,3 km^2) survolées de façon circulaire en hélicoptère (Kufeld et al., 1980; Bartmann, 1983). Une approche comparable, mais faisant appel à l'avion, est employée au Minnesota (Floyd et al. 1979; Nelson et Mech, 1986). Au Texas par contre, la pratique usuelle fait appel à des bandes ("transects") survolées en hélicoptère (Beasom et al., 1981). Si les transects sont inappropriés en région accidentée (Kufeld et al., 1980), ils offrent par contre de nombreux avantages: ils sont plus faciles à standardiser que les quadrats et permettent davantage de corriger les biais d'observation (Caughley, 1977). L'application d'un plan d'échantillonnage (aléatoire ou systématique) pour des parcelles serait irréalisable à Anticosti, car l'uniformité des boisés couvrant de grandes superficies rend leur localisation pratiquement impossible. De plus, compte tenu des fortes densités de cerfs, il serait difficile d'effectuer un dénombrement sans risque de compter plus d'une fois les même animaux ou d'inclure des individus situés à l'extérieur de la parcelle et qui se seraient déplacés à cause du bruit de l'aéronef. Le biais inverse pourrait tout autant se produire.

5.2 Aspects comportementaux du cerf

Contrairement aux orignaux qui sont moins visibles en fin d'hiver (Crête et al., 1986), nous n'avons pas noté de différence pour les cerfs d'Anticosti entre des inventaires réalisés de décembre à mars. Dès décembre, les animaux

adoptent une stratégie de conservation de l'énergie (Boulet, 1980; Huot, 1982), qui les amène à rechercher le couvert résineux. Ils peuvent fréquenter des milieux moyennement ouverts où la nourriture est très abondante (ex. épidémie d'arpenteuse) mais seront toujours associés de façon typique à des îlots de conifères intacts présents à proximité. Ils sont absents des secteurs où la mortalité a été massive, de même que des tourbières. À moins de conditions de neige très particulières (par exemple neige fortement durcie), conditions que nous n'avons pas rencontrées lors de nos inventaires, ils gardent ce comportement jusqu'à la fonte printanière.

D'une journée à l'autre cependant, des résultats indiquent des différences assez marquées. Certains jours, les cerfs sont d'avantages actifs et, donc, plus faciles à compter. Une chute de neige très récente peut aussi faciliter l'observation, puisque l'identification d'une piste fraîche peut alors aider à localiser un animal ou un groupe qui seraient peut être passés inaperçus. La fatigue de l'observateur peut aussi amener des variations d'un survol à l'autre. Nous avons noté des écarts extrêmes allant presque du simple au double pour un même observateur. De telles variations dans le taux de visibilité des cerfs ne sont pas l'exception (De Young, 1985; Bartmann et al., 1986; Beasom et al., 1986; Nelson et Mech, 1986). Ce phénomène affecte davantage l'exactitude, liée au biais d'inventaire, que la précision qui elle dépend du mode de distribution des animaux, de la dimension de la parcelle et du nombre d'échantillons prélevés. Effectuer plusieurs répétitions du même inventaire est une solution proposée par certains auteurs (Beasom, 1979; Beasom et al., 1986; Harris, 1986). Une autre approche serait d'étaler l'inventaire sur plusieurs jours, pour équilibrer les variations de comportement. Il conviendrait également d'éliminer les conditions extrêmes, comme une chute de neige très récente.

Diverses approches ont été proposées pour calculer et corriger le biais, tant celui lié à l'animal qu'à l'observateur, permettant ainsi d'obtenir des densités corrigées. Elles font appel soit à des répétitions (observateurs et/ou conditions de survol) (Caughley et al., 1976; Cook et Jacobson, 1979), soit à des animaux porteurs de collier et dont le nombre exact est donc connu

(Rice et Harder, 1977; De Young, 1985; Bartmann et al., 1986; Beasom et al., 1986; Crête et al., 1986; Nelson et Mech, 1986; Tärnhuvud, 1986). Ces deux approches sont actuellement à l'essai à Anticosti (Potvin, 1987a).

5.3 Densités de cerfs observées

Même si les densités de cerfs observées à Anticosti sont des minima, elles apparaissent déjà très élevées. D'une part, elle dépassent largement celles estimées pour les diverses zones de chasse du Québec continental, qui vont de 0,6 à 6,2 cerfs/km^2 (Potvin, 1987b). D'autre part, elles sont comparables et possiblement supérieures pour certains secteurs aux densités généralement rencontrées dans les meilleurs endroits en Amérique du Nord, qui vont de 10 à 36 cerfs/km^2, le maximum observé en nature pour l'espèce (Teer, 1984).

Le biais lié au couvert rend délicate l'interprétation des différences entre les blocs. Les fortes densités associées au bloc Galiote (24 cerfs/km^2) peuvent s'expliquer par un habitat plus productif (Potvin, 1985) et une forêt plus ouverte, où la visibilité est meilleure. À l'inverse, la forêt est très fermée dans le bloc Jupiter, si bien que la densité réelle est probablement bien supérieure à celle obtenue (14 cerfs/km^2). Le rôle de la chasse est difficile à associer à la densité, puisque le bloc Natiscotec, chassé à plus de 4 cerfs/km^2 au début des années '80 (Potvin et al., 1987) semble supporter autant de cerfs que le bloc voisin, Saumons, où le prélèvement est demeuré près de l'objectif de 1 cerf/km^2.

De façon générale, la densité du cerf paraît influencée par la proximité de la mer. La présence en hiver d'un nombre élevé de cerfs sur la batture de la rive sud, qui s'alimentent de varech, est un phénomène bien connu. Par contre, le fait que les cerfs en forêt sont de moins en moins nombreux à mesure qu'on s'éloigne de la côte est un résultat nouveau. Le suivi télémétrique de plus de 40 cerfs porteurs de collier a récemment révélé qu'au moins une partie des animaux de l'île effectuaient à la fin de l'automne une migration de 10 à 15 km vers un habitat d'hiver situé plus au sud, à proximité de la mer (Potvin, 1987b). Le rôle des composantes de l'habitat et des condi-

tions environnementales sur ce phénomène est à préciser. Pour leur part, les résultats des inventaires aériens ne fournissent que des informations partielles. Le fait d'avoir observé les plus fortes densités dans la forêt mûre, pour les deux blocs situés du côté nord de l'île, confirme l'importance de ce type de milieu car les cerfs sont au départ moins visibles dans ce genre de forêt. La fréquentation des forêts perturbées à divers degré par l'arpenteuse reste quant à elle à définir. Face à une hypothèse d'exploitation forestière à Anticosti au cours des prochaines années, (Allen et al., 1987), il faudra bientôt préciser les besoins réels du cerf en termes de couvert résineux.

6. RECOMMANDATIONS

Nous recommandons:

- que le développement d'une technique d'inventaire de dénombrement soit poursuivi, selon l'échéancier proposé (Potvin, 1987a), afin d'établir à moyen terme des densités corrigées pour chaque territoire;

- qu'une portion de l'île d'Anticosti fasse l'objet d'un inventaire annuel de suivi selon la technique décrite à l'annexe 1, le choix des superficies à couvrir étant décidé selon les priorités régionales; cette technique devrait éventuellement être remplacée par une de dénombrement.

7. REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier le personnel impliqué dans les inventaires aériens, soit Rolland Lemieux et Sylvain Larouche, techniciens de la faune, de même que les pilotes des compagnies Propair et Hélicoptères Viking. Merci également à Michel Crête et André Gingras pour leurs commentaires judicieux sur le manuscrit initial.

8. RÉFÉRENCES

ALLEN, R., et al. 1987. Le plan d'aménagement intégré des ressources forestières et fauniques de l'île d'Anticosti. Qc, Min. Loisir Chasse & Pêche, Rap. dact. 62 p.

BARTMANN, R.M. 1983. Appraisal of a quadrat census for mule deer in pinyon-juniper vegetation. Colo. Div. Wildl. Game Inf. Leafl. 109. 4 p.

BARTMANN, R.M., L.H. CARPENTER, R.A. GARROT et D.C. BOWDEN. 1986. Accuracy of helicopter counts of mule deer in pinyon-juniper woodland. Wildl. Soc. Bull. 14:356-363.

BEASOM, S.L. 1979. Precision in helicopter censusing of white-tailed deer. J. Wildl. Manage. 43:777-780.

BEASOM, S.L., J.C. HOOD et J.R. CAIN. 1981. The effect of strip width on helicopter censusing of deer. J. Range Manage. 34:36-37.

BEASOM, S.L., F.G. LEON III et D.R. SYNATZSKE. 1986. Accuracy and precision of counting white-tailed deer with helicopters at different sampling intensities. Wildl. Soc. Bull. 14:364-368.

BERTRAND, P. 1983. Chasse au cerf de Virginie à l'île d'Anticosti en 1982 et perspectives d'avenir. Qc, Min. Loisir Chasse & Pêche, Rég. 09, Serv. aménag. expl. faune, Rap. dact. 9 p.

BOULET, M. 1980. Bilan énergétique du cerf de Virginie à l'île d'Anticosti durant l'hiver. Univ. Laval, Thèse M. Sc. 204 p.

BOURRET, D. 1987. Impact économique - Exploitation de la ressource faunique - île d'Anticosti - 1986. Qué., Min. Loisir Chasse & Pêche, Serv. anal. rech. socio-écon., Rap. dact. 14 p.

BRETON, L. 1987. Conditions de l'enneigement dans l'aire de répartition du cerf au Québec au cours de l'hiver 1987. Qc., Min. Loisir Chasse & Pêche, Dir. faune terr., Rap. en prép.

CAUGHLEY, G. 1974. Bias in aerial survey. J. Wildl. Manage. 38:921-933.

CAUGHLEY, G. 1977. Sampling in aerial survey. J. Wildl. Manage. 41:605-615.

CAUGHLEY, G., R. SINCLAIR et D. SCOTT-KEMMIS. 1976. Experiments in aerial surveys. J. Wildl. Manage. 40:290-300.

COCHRAN, W.G. 1963. Sampling techniques. 2e éd. J. Wiley & Sons, Inc., NY. 413 p.

COOK, R.D., et J.O. JACOBSON. 1979. A design for estimating visibility bias in aerial surveys. Biometrics 35:735-742.

CRÊTE, M., L. P. RIVEST, H. JOLICOEUR, J.M. BRASSARD et F. MESSIER. 1986. Predicting and correcting helicopter counts of moose with observations from fixed-wing aircraft in southern Québec. J. Appl. Ecol. 23:751-761.

DE YOUNG, C.A. 1985. Accuracy of helicopter surveys of deer in south Texas. Wildl. Soc. Bull. 13:146-149.

DIRSCHL, H.J., M. NORTON-GRIFFITHS et S.P. WETMORE 1981. Training observers for aerial surveys of herbivores. Wildl. Soc. Bull. 9:108-115.

FLOYD, T.J., L.D. MECH et M.E. NELSON. 1979. An improved method of censusing deer in deciduous-coniferous forests. J. Wildl. Manage. 43:258-261.

GINGRAS, A., A. LUSSIER et F. POTVIN. 1987. Révision du volet du programme de suivi de l'exploitation du cerf d'Anticosti touchant la structure d'âge et la productivité des biches. Qué., Min. Loisir Chasse & Pêche, Rég. 09, Serv. aménag. expl. faune, Publ. 1245. 23 p.

HARRIS, R.B. 1986. Reliability of trend lines obtained from variable counts. J. Wildl. Manage. 50:165-171.

HUOT, J. 1982. Body condition and food resources of white-tailed deer on Anticosti island, Québec. Ph. D. Thesis, Univ. Alaska. 240 p.

KUFELD, R.C., J.H. OLTERMAN et D.C. BOWDEN. 1980. A helicopter quadrat census for mule deer on Uncompaghgre plateau, Colorado. J. Wildl. Manage. 44: 632-639.

NELSON, M.E., et L.D. MECH 1986. Deer population in the central Superior National Forest, 1967-1985. U.S. Dep. Agric., For. Serv., Res. Pap. NC-271. 8 p.

NORUSIS, M.J. 1986. SPSS/PC+ for the IBM PC/XT/AT. SPSS Inc., Chicago.

POTVIN, F. 1985. Évolution de l'habitat du cerf à Anticosti de 1978 à 1983. Qc, Min. Loisir Chasse & Pêche, Dir. faune terr., Publ. 1020. 28 p.

POTVIN, F. 1987a. Déroulement du projet de recherche sur le cerf à Anticosti au cours de 1986-87. Qc, Min. Loisir Chasse & Pêche, Dir. faune terr., Rap. interne.

POTVIN, F. 1987b. Fixation d'objectifs de population et de récolte de cerfs par zone. In Breton, L., éd. Compte rendu du cinquième atelier sur la grande faune. Qc, Min. Loisir Chasse & Pêche, Dir. faune terr., Publ. 1234: 225.

POTVIN, F. et P. BERTRAND. 1984. Programme de suivi du cerf et de son habitat à l'île d'Anticosti. Qc, Min. Loisir Chasse & Pêche, Dir. gén. faune/Dir. gén. opér. rég., Rap. non publié. 23 p.

POTVIN, F., A. GINGRAS et A. LUSSIER. 1987. Bilan de l'exploitation du cerf à Anticosti de 1975 à 1986. Qc., Min. Loisir Chasse & Pêche, Dir. faune terr., Publ. 1240. 20 p.

RICE, W.R., et J.D. HARDER. 1977. Application of multiple aerial sampling to a mark-recapture census of white-tailed deer. J. Wildl. Manage. 41:197-206.

TÄRNHUVUD, T. 1986. Development of moose survey methods - Aerial surveys. Swedish Univ. Agric. Sci., Dep. Ecol., Uppsala, Suède. 17 p.

TEER, J.G. 1984. Lessons from the Llano bassin, Texas. In Halls, L.K, éd. White-tailed deer. Ecology and management. Stackpole Books, Harrisburg, Pa: 261-290.

ANNEXE A

DESCRIPTION D'UNE TECHNIQUE D'INVENTAIRE AÉRIEN DE SUIVI POUR LA POPULATION DE CERFS D'ANTICOSTI

Les résultats de 1985 et 1986 permettent d'élaborer une technique de suivi, utile pour comparer l'évolution des densités relatives d'un même secteur au cours des années. La mise au point d'une méthodologie valable pour estimer le taux de visibilité des cerfs, selon l'observateur et le type de forêt, permettra éventuellement d'en faire une technique de dénombrement pour obtenir des densités corrigées. Dans l'intervalle, une technique de suivi sera utile à des fins de gestion de la population de cerfs et de son habitat.

La technique proposée s'applique à des unités d'environ 500 km^2, qui peuvent correspondre à des territoires de chasse ou à des pourvoiries. Le survol d'une unité devrait nécessiter 8 à 10 h de vol, réparties sur 4 jours.

Période

- de la mi-février à la mi-mars;
- l'observation elle-même se déroule entre 10h et 14h.

Conditions météorologiques

- au moins 12 h après une chute de neige (1 cm ou plus);
- vent de moins de 15 noeuds;
- absence de croûte permettant aux cerfs de se déplacer librement en milieu ouvert;
- l'inventaire peut se réaliser par temps nuageux, si l'éclairage est suffisant.

Plan de survol

- carte de travail au 1: 50 000;

- tracer en noir des lignes nord-sud, espacées de 2 km, en utilisant la grille du système mercator, de façon à couvrir l'ensemble du bloc (environ 250 km de distance linéaire);
- découper l'ensemble des lignes en segments de 6 km de long, un même segment pouvant débuter sur une ligne et se poursuivre sur la seconde;
- tracer en rouge un segment sur deux, de façon systématique, pour identifier les parcelles d'inventaire (transects) retenues (20 à 25).

Aéronef

- hélicoptère Bell 206B;
- fenêtres bombées à l'arrière
- sur patin;
- système de communication avant et arrière;
- système de navigation Loran C;
- repères placés à l'extérieur sur un mât, indiquant pour chaque observateur l'angle maximal d'observation (45°).

Équipage

- pilote sachant utiliser le Loran C;
- 1 navigateur à l'avant;
- 2 observateurs expérimentés à l'arrière.

Technique de survol

- avant l'inventaire, la position sur le terrain des débuts et fins de ligne est entrée dans le système Loran C, en positionnant l'aéronef directement sur chaque site;
- les lignes de vol sont suivies à l'aide du système, à une vitesse de 60 km/h et une altitude de 60 m en suivant le relief;
- répartir l'inventaire sur 4 journées différentes en couvrant systématiquement 1 ligne sur 4 à chaque journée (jour 1: ligne 1, 5, 9...; jour 2: lignes 2, 6, 10...; jour 3: lignes 3, 7, 11...; jour 4: lignes 4, 8, 12...).

Prise de données

- le navigateur valide l'altimètre de l'aéronef à chaque demi-journée à partir d'un point connu (ex. bord de mer à l'altitude 0);
- il enregistre l'altitude (± 10 pi) dans chaque parcelle (une lecture vers le centre) et chronomètre le temps de survol de chacune pour établir la vitesse moyenne;
- chaque observateur compte les cerfs vus dans une bande au sol comprise entre 0 et 45° par rapport à la verticale;
- même en milieu ouvert, **seuls les cerfs situés dans cette bande sont comptés:**
- le navigateur note sur la carte l'emplacement et le nombre de cerfs vus par chaque observateur;
- les parcours entre les parcelles ne sont pas inventoriés et permettent aux observateurs de prendre du repos;
- le système Loran C peut être utilisé pour obtenir sur la ligne le point de début et de fin de chaque parcelle, à l'aide de la fonction distance parcourue (1 mi nautique= 1,852 km). Dans ce cas, on pourrait utiliser des parcelles de 3 mi nautique, soit 5,56 km, et faire les compilations en conséquence.

Compilation

- calculer $\bar{x}$ et SD du nombre de cerfs vus par parcelle par les deux observateurs;
- ramener $\bar{x}$ et SD à une densité, à l'aide de la formule qui suit, considérant que la parcelle mesure 6 km X 120 m (2 côtés de l'hélicoptère), à une altitude théorique de 60 m:

$$\text{cerfs/km}^2 = \frac{\left[\text{cerfs vus par les 2 observateurs par parcelle}\right]}{0{,}72\ \text{km}^2} \times \frac{60\ \text{m}}{\text{altitude moyenne (m)}}$$

Gouvernement du Québec
Ministère du Loisir,
de la Chasse et de la Pêche
**Direction de la gestion
des espèces et des habitats**

SP 1514-11-87